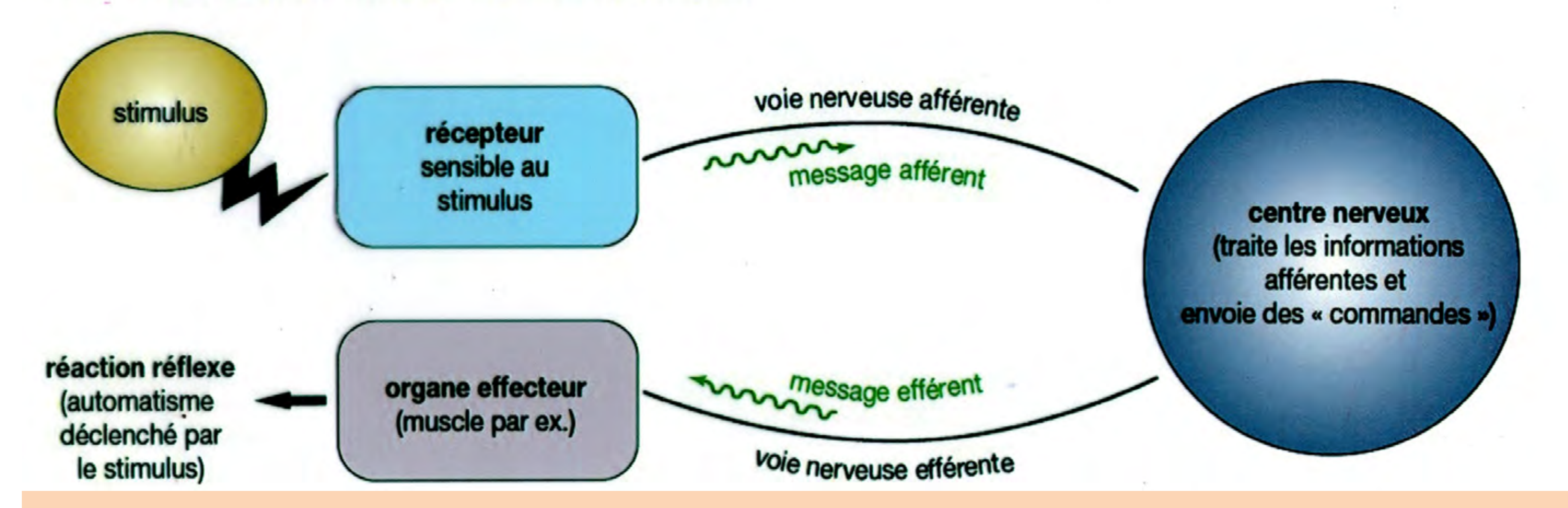
REGULATION SPINALE DES REFLEXES MEDULLAIRES

PLAN

1. Rappel
2. Inhibition Réciproque ou innervation croisée
3. Inhibition récurrente de Renschaw
4. Reflexe tendineux de Golgi ou reflexe myotatique inverse
5. Boucle Gamma
6. Inhibition présynaptique


■ LE « CIRCUIT GÉNÉRAL » D'UN RÉFLEXE
stimulus
récepteur sensible au stimulus
voie nerveuse afférente
message afférent
centre nerveux (traite les informations afférentes et envoie des « commandes »)
message efférent
voie nerveuse efférente
organe effecteur (muscle par ex.)
réaction réflexe (automatisme déclenché par le stimulus)

2 types de reflexe étudiés
-Myotatique
- Reflexe de flexion ipsilateral

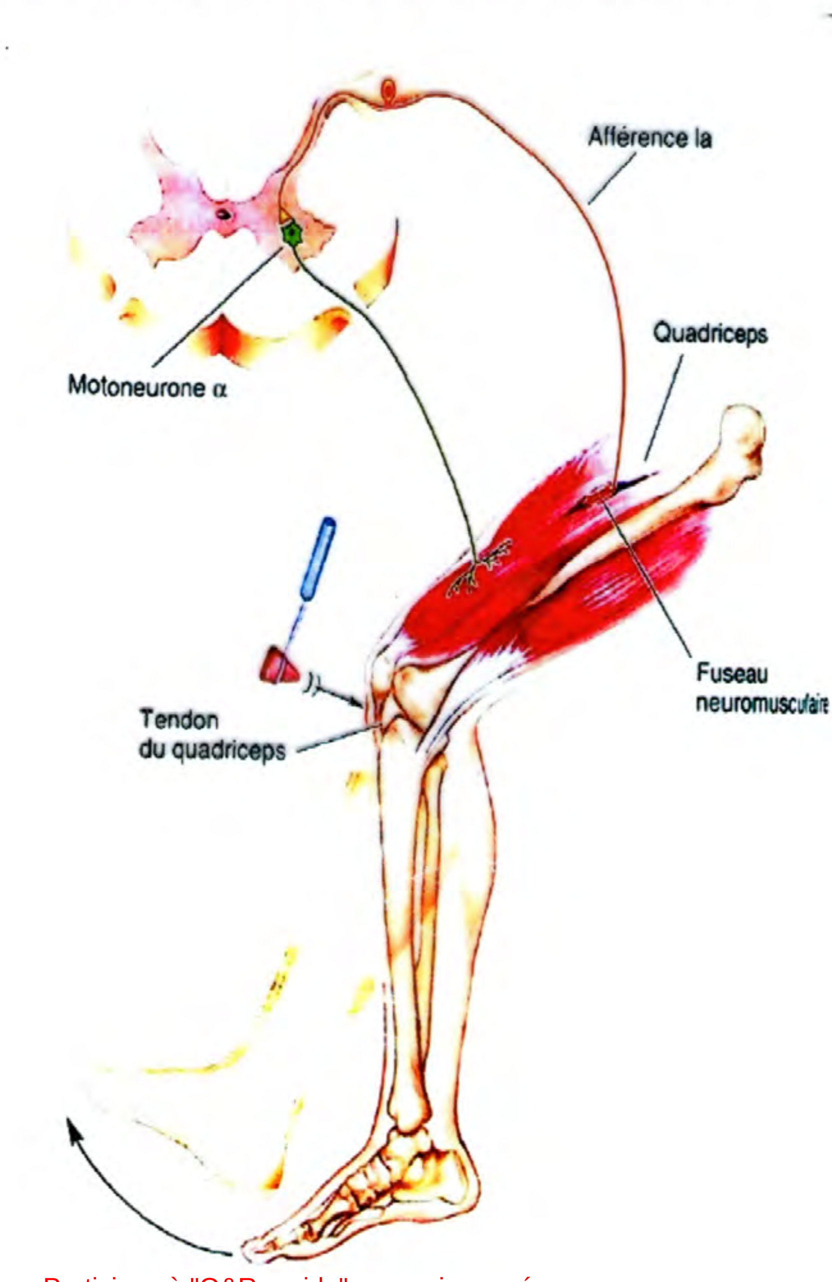
-Caractérisé chacun par :

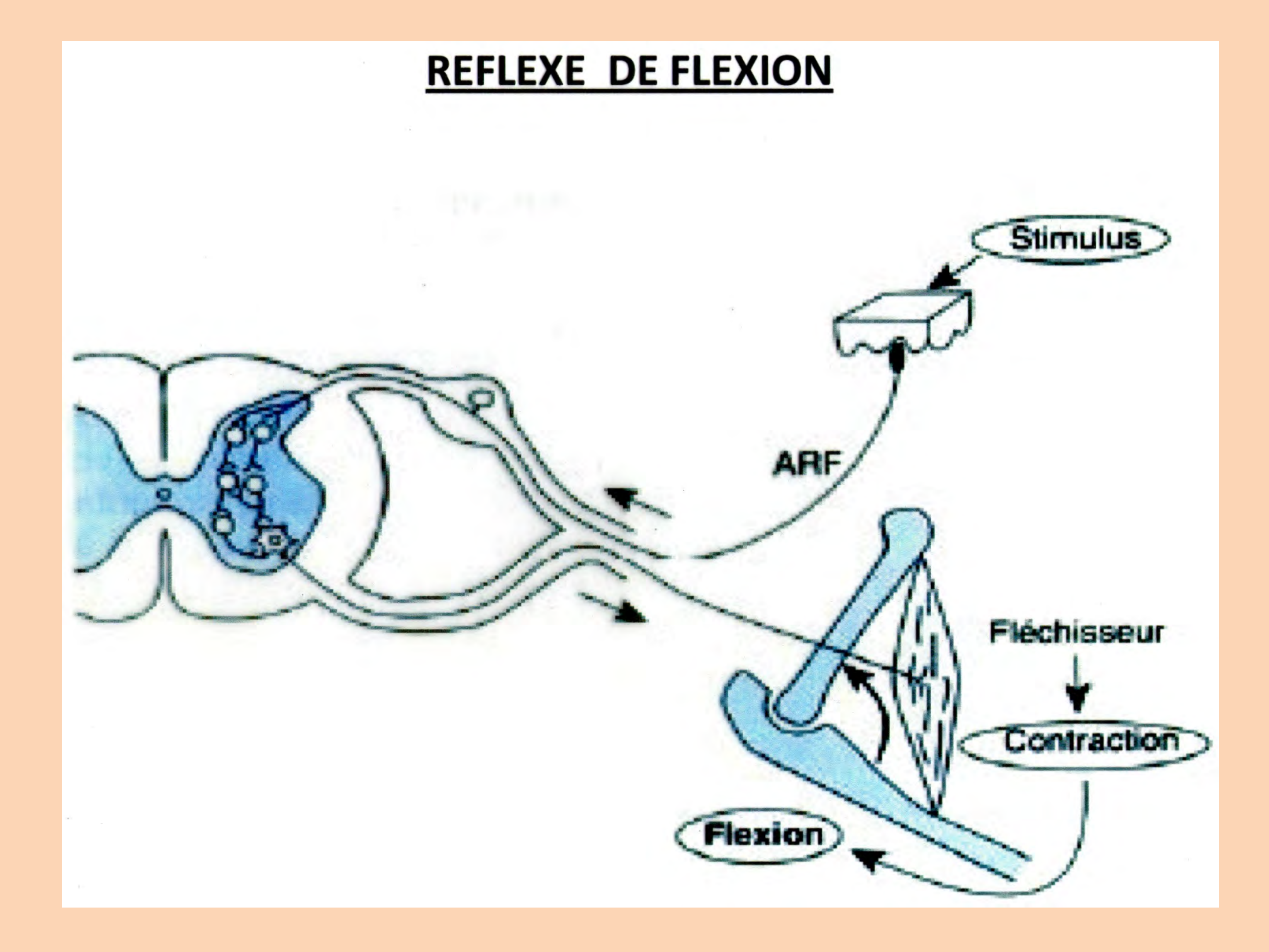
-1. Des récepteurs et des voies afférentes en cause différentes donc une organisation différente

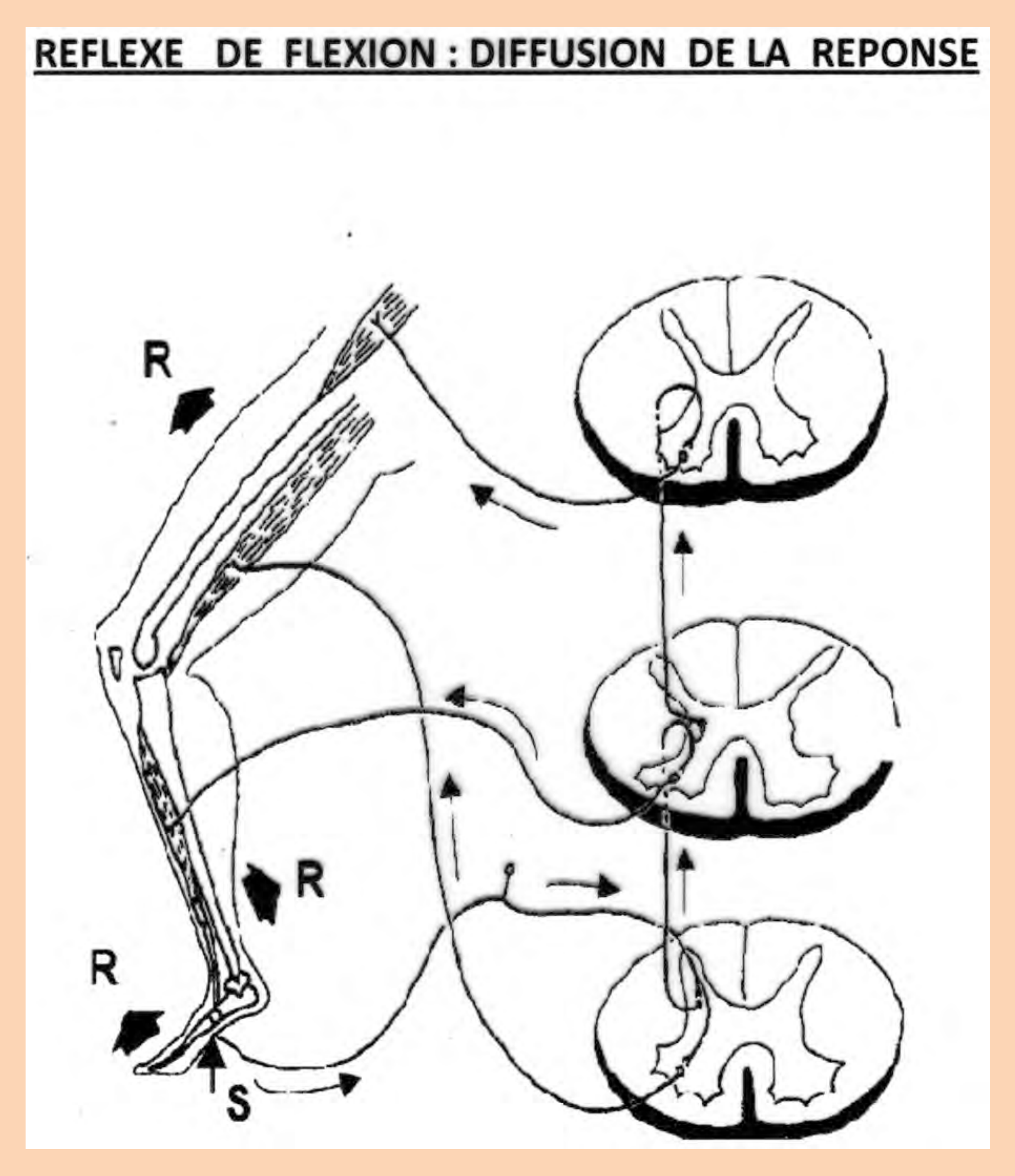
-2. Des propriétés physiologiques différentes

-3.Nature de la réponse et finalité du reflexe différente (fonction différente)

Mise en évidence: réflexe rotuléen




REFLEXE DE FLEXION
Stimulus
ARF
Fléchisseur
Contraction
Flexion


REFLEXE DE FLEXION : DIFFUSION DE LA REPONSE
R
R
R
S

Introduction:

Ces reflexes spinaux sont sujets de régulation qui peut être :

- Soit médullaire :
  subdivisée elle-même en :
  - régulation segmentaire : qui se déroule sur un meme segment médullaire.
  - régulation inter-segmentaire : qui se déroule entre deux segments, elle survient dans l'automatisme de la marche.
- Soit supra médullaire (supra spinal) :
  qui dépendra des structures supra médullaires

Inhibition réciproque ou innervation croisée

1-l'inhibition réciproque :

•Lorsqu'un groupe de neurones ayant des fonctions données est activé par voie nerveuse, les neurones des fonctions opposées sont généralement inhibés, c'est le principe d'inhibition réciproque de SHERINGTON.

•Lorsque un arc reflexe exerce une action excitatrice sur un motoneurone dit" AGONISTE", il exerce par l'intermédiaire d'un interneurone inhibiteur une action de sens inverse sur le motoneurone "ANTAGONIST", cet interneurone inhibiteur s'appel "l'interneurone d'inhibition réciproque".

•Ce type de régulation s'observe aussi bien sur le reflexe myotatique que sur le reflexe de flexion.

Dans le reflexe myotatique :

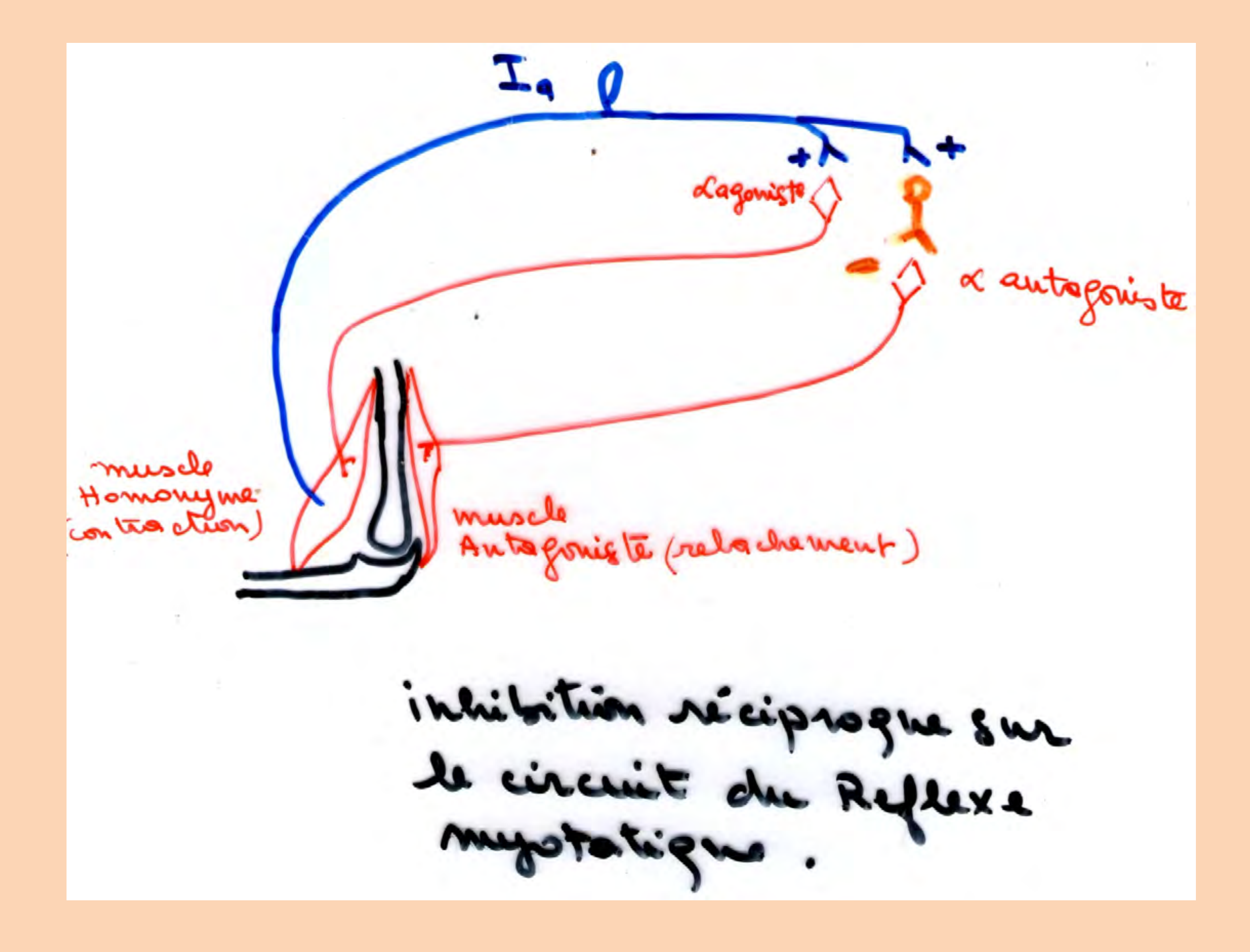
la fibre "Ia" exerce une action excitatrice sur le **motoneurone α** innervant le muscle (Agoniste) dont elle provient (liaison monosynaptique) et une action inhibitrice sur le **motoneurone α** innervant le muscle antagoniste par l'intermediaire d'un interneurone inhibiteur (liaison disynaptique).

REGULATION SPINALE DU REFLEXE MYOTATIQUE

excitation
biceps
triceps
fuseau neuromusculaire
influx nerveux sensitifs
CONTRACTION
influx nerveux moteurs
RELACHEMENT
interneurone
inhibition
motoneurone excité
motoneurone inhibé
étirement (stimulus)

Ia
+
+
L agoniste
-
α antagoniste
muscle Homonyme (contraction)
muscle Antagoniste (relachement)

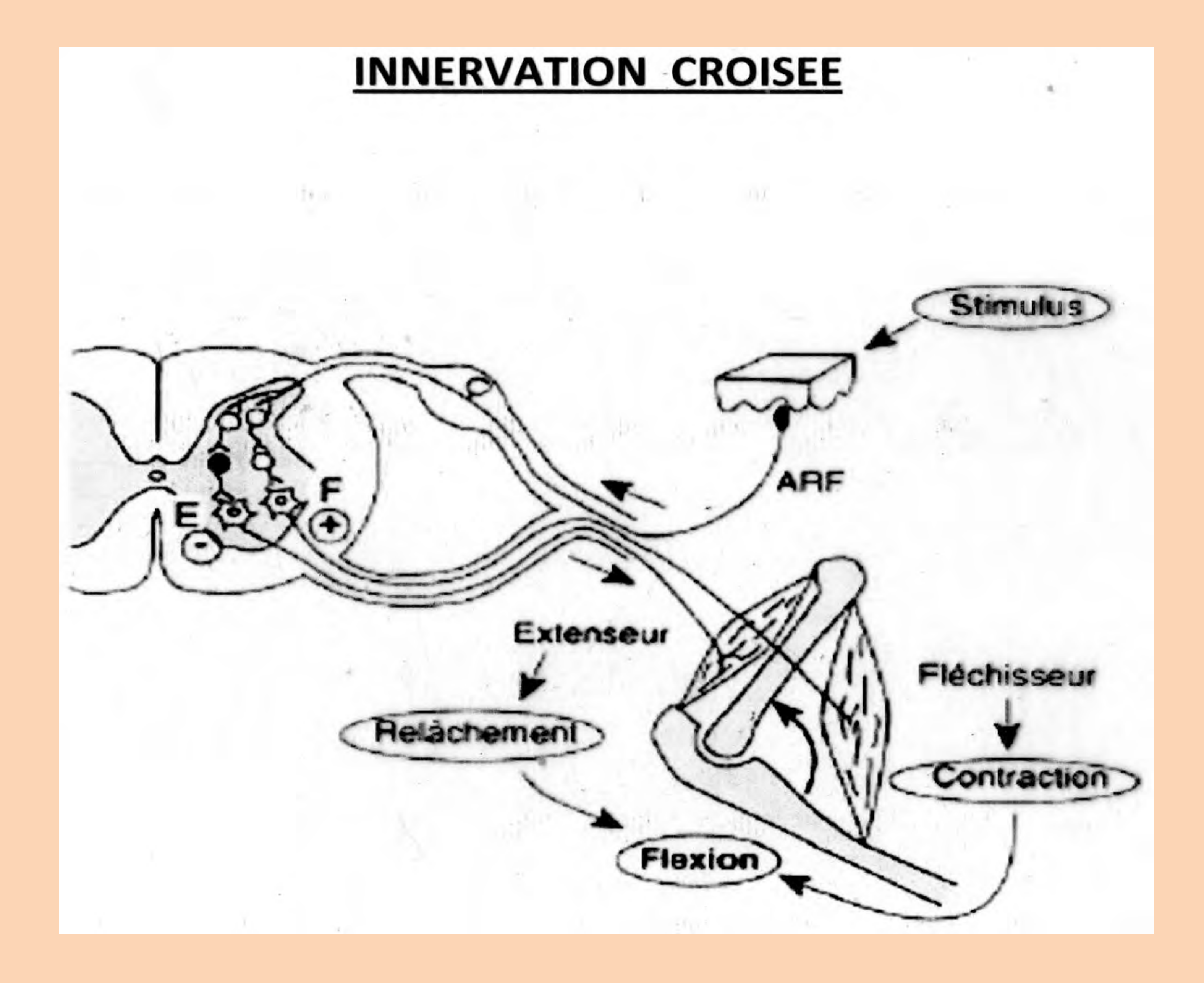
inhibition réciproque sur le circuit du Reflexe myotatique.


Ia
+
+
α agoniste
-
α antagoniste
muscle
Homonyme
(contraction)
muscle
Antagoniste (relachement)
inhibition réciproque sur
le circuit du Reflexe
myotatique.

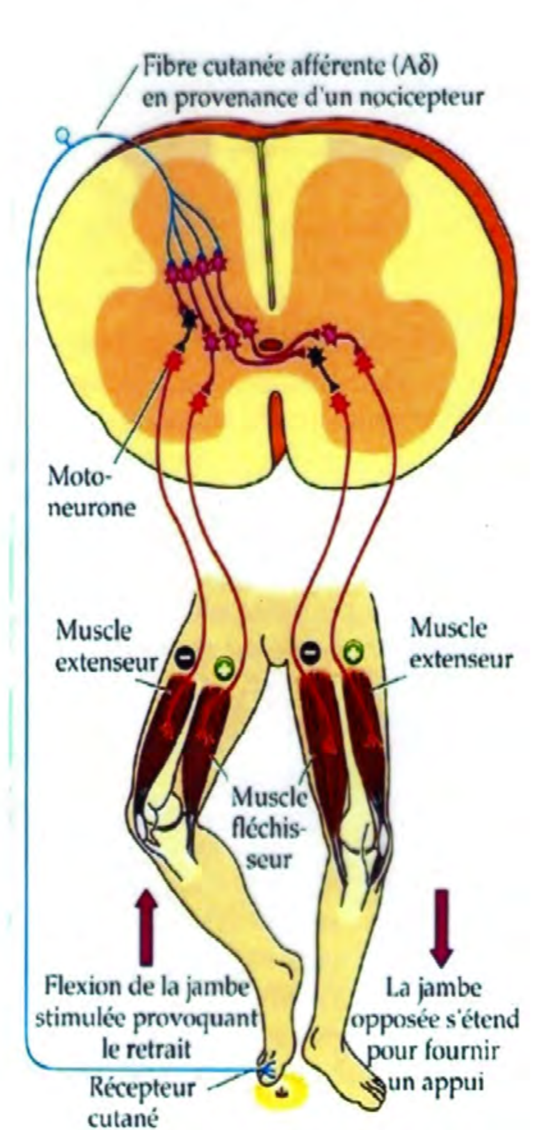
Dans le reflexe de flexion :

- Du coté ipsilatérale, un axone afférent (ARF) active par ses collatérales deux interneurones ipsilateraux,l'un excitateur activant les motoneurones des muscles agonistes,l'autre inhibiteur inhibant les motoneurones des muscles antagonistes.

- Du coté controlatéral, les interneurones émettent des collatérales de leurs axones, ils croisent la ligne médiane, vont dans la partie controlatérale du même segment spinal, leurs point d'impact et leurs effets seront inversés par rapport à l'autre coté.


INNERVATION CROISEE
Stimulus
ARF
E
F
Extenseur
Fléchisseur
Relâchement
Contraction
Flexion

REFLEXE DE FLEXION : INHIBITION RECIPROQUE



Ligne médiane.

ARF

ml Fl ipsi

α Fl

α Ext

ml Ext ipsi

α Ext

α Flé

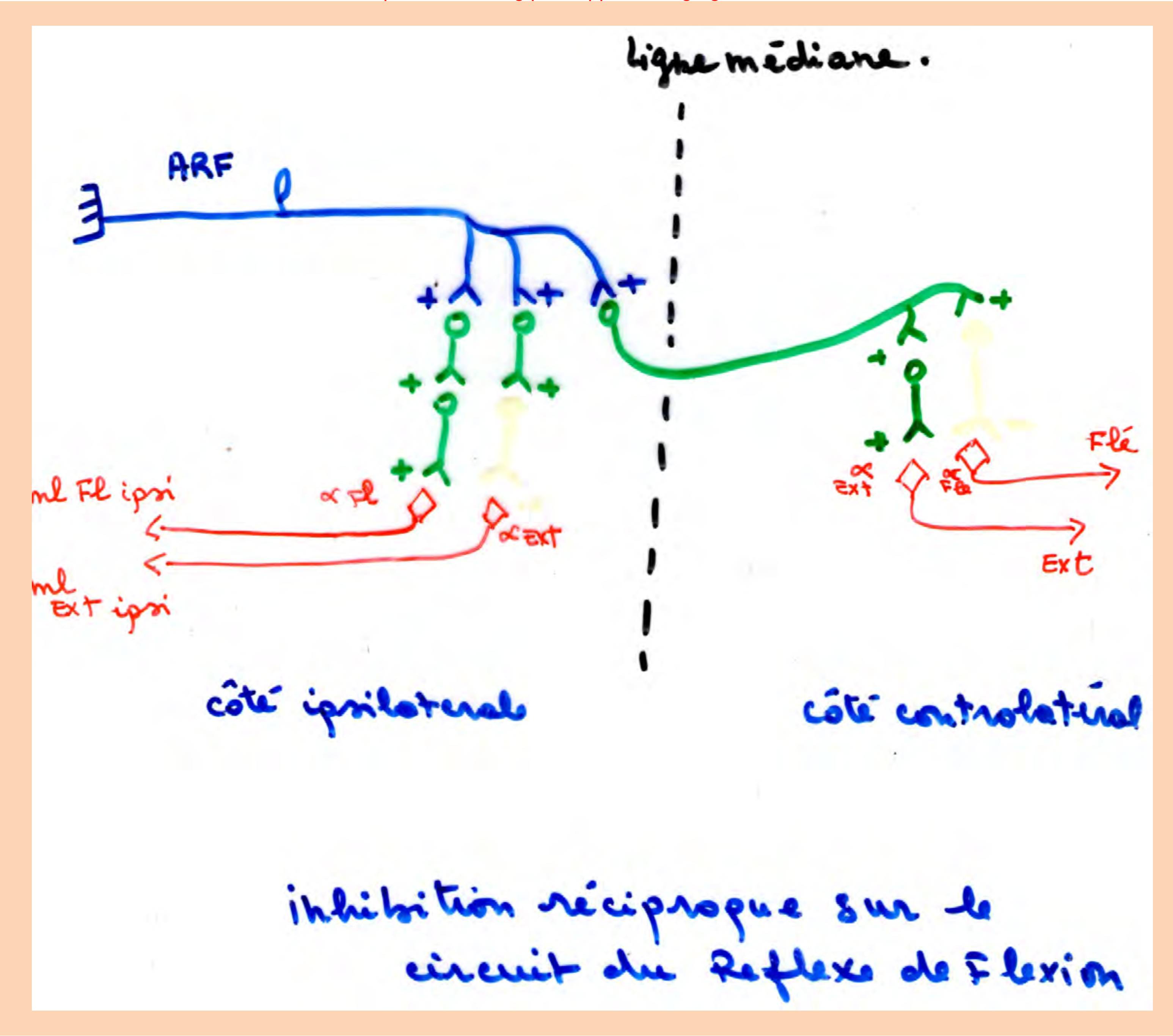
Flé

Ext

côté ipsilateral

côté controlatéral

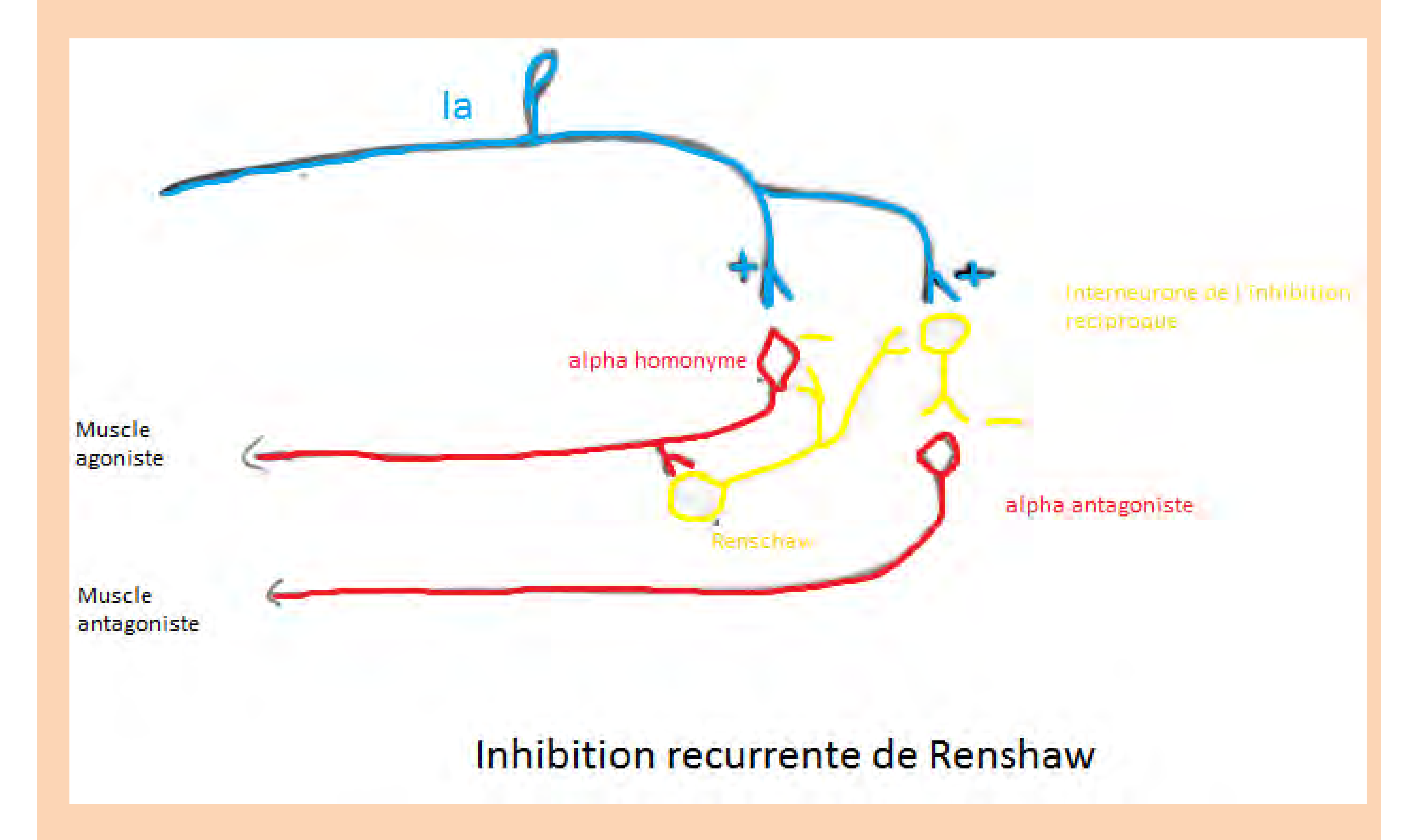
inhibition réciproque sur le circuit du Reflexe de Flexion


Ligne médiane.
ARF
ml Fl ipsi
α Fl
α Ext
ml Ext ipsi
α Ext
α Flé
Flé
Ext
côté ipsilatéral
côté controlatéral
inhibition réciproque sur le circuit du Reflexe de Flexion

Inhibition récurrente de Renshaw

3-Inhibition récurrente : "cellule de RENSHAW" :

C'est un système d'inhibition commun qui porte sur l'activité des motoneurones fléchisseurs ou extenseurs par la cellule de "Renshaw", qui est une petite cellule située dans la corne ventrale de la moelle épinière, et qui reçoit une connexion monosynaptique du motoneurone α).



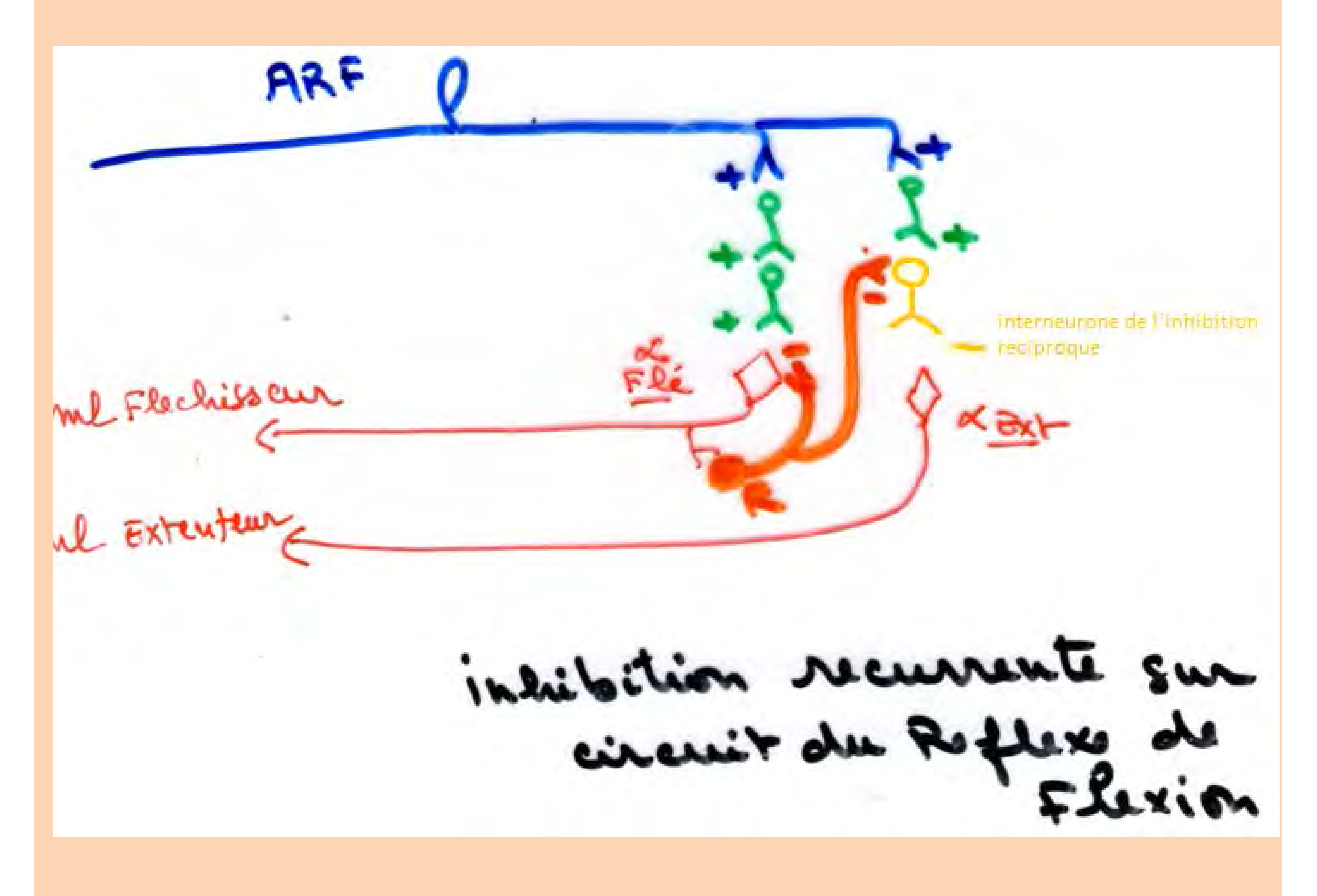
Inhibition recurrente de Renshaw

En effet,le motoneurone α envoie une collatérale qui se termine sur un interneurone appelée "cellule de renshaw" ,cette dernière projette son axon sur le motoneurone qui' il a activé, c'est une cellule inhibitrice, elle permet de réduire l'activité réflexe du motoneurone α , ce circuit à un effet inhibiteur puissant sur les motoneurones α qui diffuse vers d'autres motoneurones synergiques.

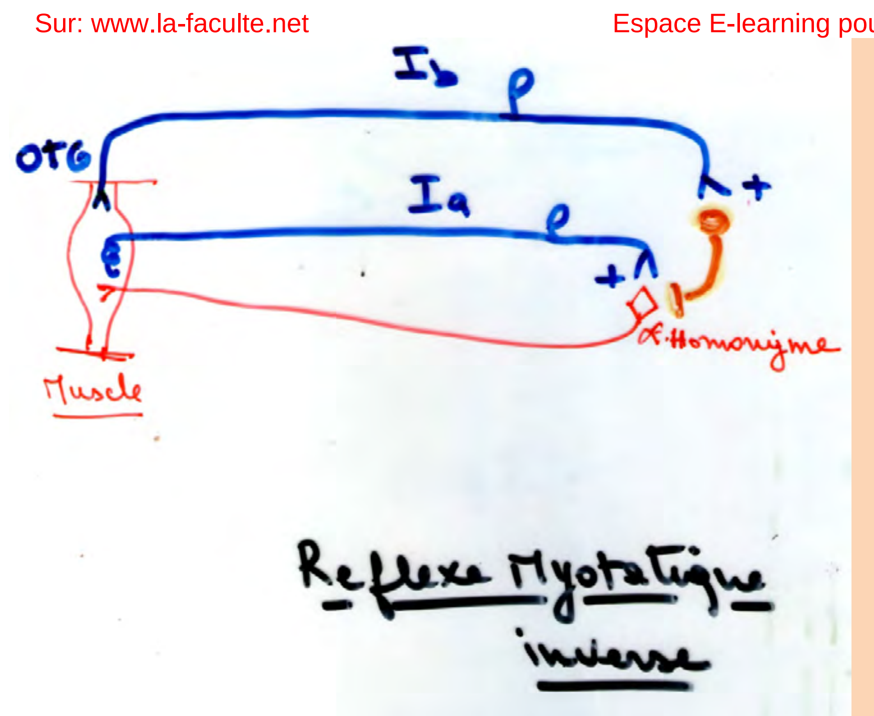
Comme la terminaison axonale du motoneurone α libère de l'acétylcholine sur le muscle, la terminaison de sa collatérale axonale libère aussi le même neurotransmetteur sur la cellule de Renshaw . alors que, l'action de cette cellule de Renshaw est inhibitrice sur le motoneurone α par l'intermediaire de la Glycine.

Lorsque, les motoneurones sont excités, leur décharge déclenche simultanément une inhibition portant sur eux-mêmes et les motoneurones voisins c'est l'inhibition récurrente, la cellule de Renshaw peut inhiber directement les motoneurones α, limitant ainsi leur activité et inhiber également les interneurones inhibiteurs(de l'inhibition réciproque) facilitant ainsi l'activité des motoneurones α des muscles antagonistes.

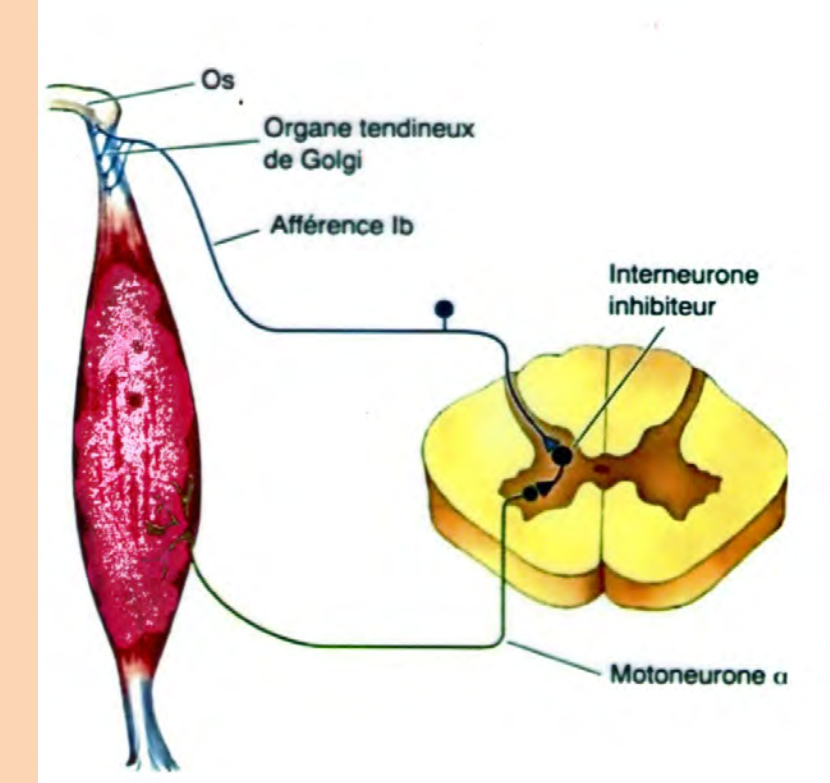
Les cellules de Renshaw possède une activité très puissante qui peut durer jusqu'à 200ms.

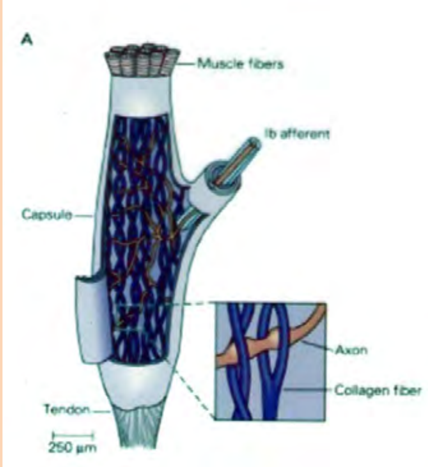

ARF
interneurone de l'inhibition reciproque
α Flé
α Ext
ml Flechisseur
ml Extenteur
inhibition recurrente sur circuit du Reflexe de flexion

Reflexe tendineux de Golgi ou reflexe myotatique inverse



REFLEXE TENDINEUX DE GOLGI





RECEPTEUR TENDINEUX DE GOLGI

2-le reflexe myotatique inverse :

Le reflexe myotatique inverse est un système de régulation propre au reflexe myotatique consiste en un relâchement reflexe du muscle en réponse a son étirement.

Le recepteur de ce reflexe est l'organe tendineux de golgi, qui est un mécanoreceptaur encapsulé qui siège au niveau du tendon musculaire et placé en série avec les fibres musculaires, son stimulus adéquat étant l'augmentation de la tension musculaire lors de la contraction(à la différence du FNM qui est sensible à la longueur du muscle).

Cet organe tendineux de Golgi est innervé par la terminaison des fibres myélinisés de type Ib d'un diamètre environ 15µm (se sont des fibres à bas seuil).

Cette fibre pénètre dans la capsule de l'organe tendineux, perd sa gaine de myéline et se ramifie en plusieurs branches qui s'insinuent entre les fibres de collagène

Lorsque l'étirement d'un muscle s'accentue au-delà d'une certaine limite (de tension), le reflexe myotatique, cède brusquement, l'excitation des motoneurones faisant place à leur inhibition, par ce reflexe le muscle réalise sa propre inhibition.

Au niveau médullaire, la fibre Ib active d'une part, un interneurone qui inhibe le motoneurone du muscle dont provient la fibre Ib et d'autre part, un interneurone qui excite le motoneurone du muscle antagoniste (liaison disynaptique).

l'augmentation de la tension dans un muscle stimule l'organe tendineux de Golgi qui lui-même provoque l'augmentation de décharge dans les fibres Ib donc l'inhibition du motoneurone α, cet effet contre carre et diminue la tension du muscle.

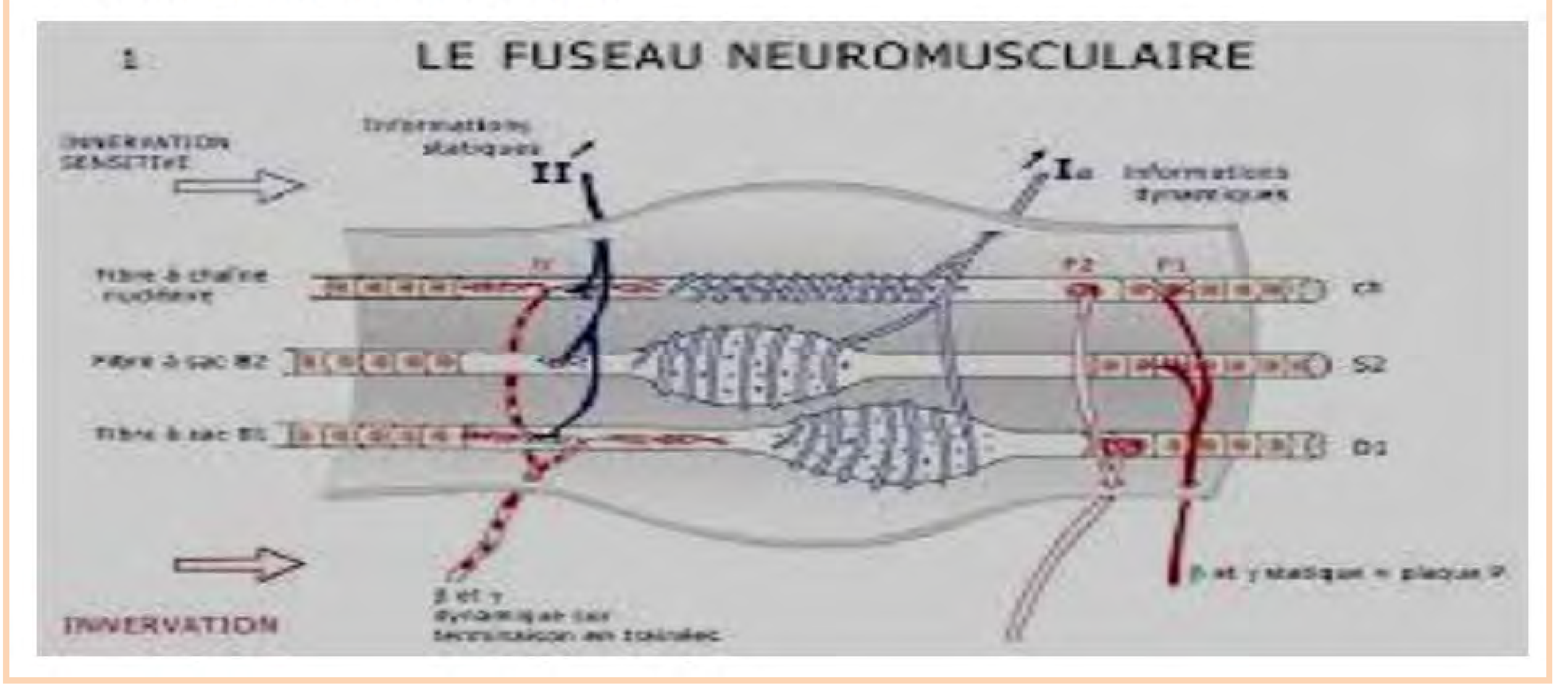
C'est la protection d'un muscle de son maximum de tension (protège d'une rupture tendineuse.).

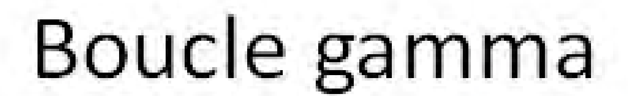
Boucle Gamma

4-La boucle γ :

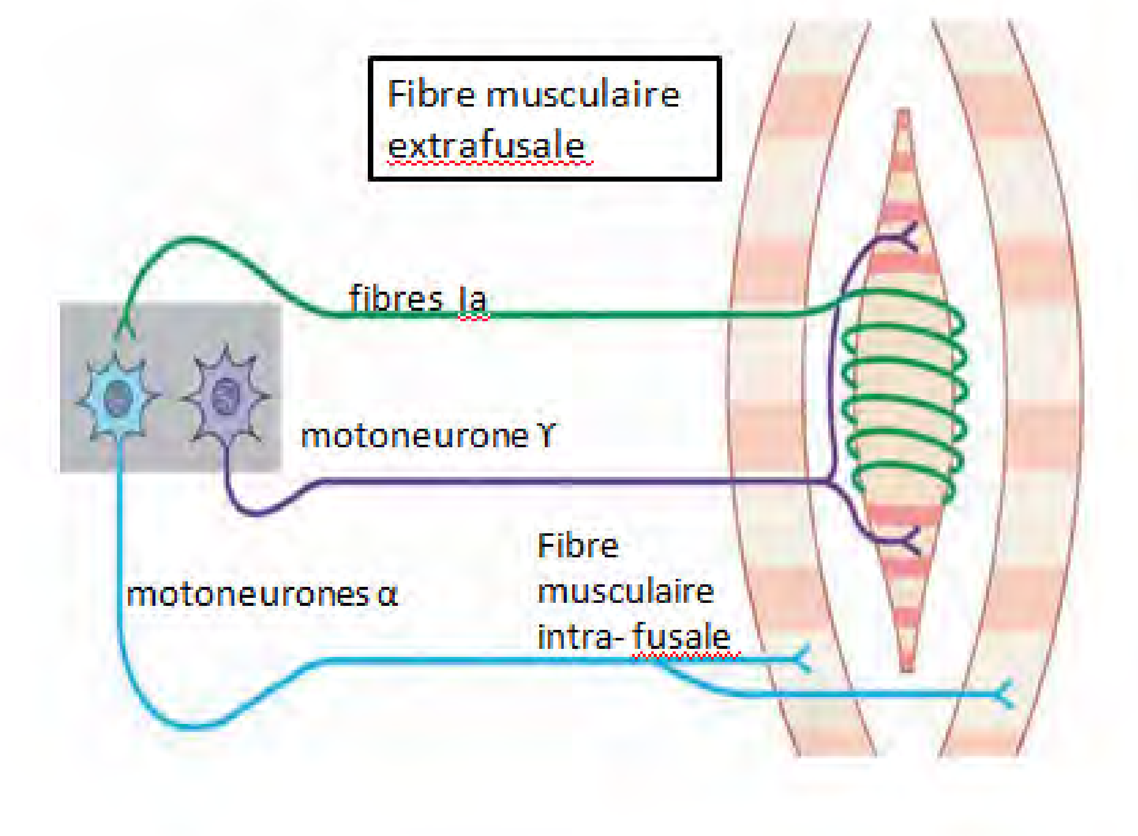
Cette boucle intervient dans la régulation des reflexes myotatiques.

Le fuseau neuromusculaire (FNM) possède en plus de l'innervation sensitive, une innervation motrice assurée par le motoneurone γ, il innerve les extrémités contractiles du fuseau neuromusculaire.





Boucle gamma



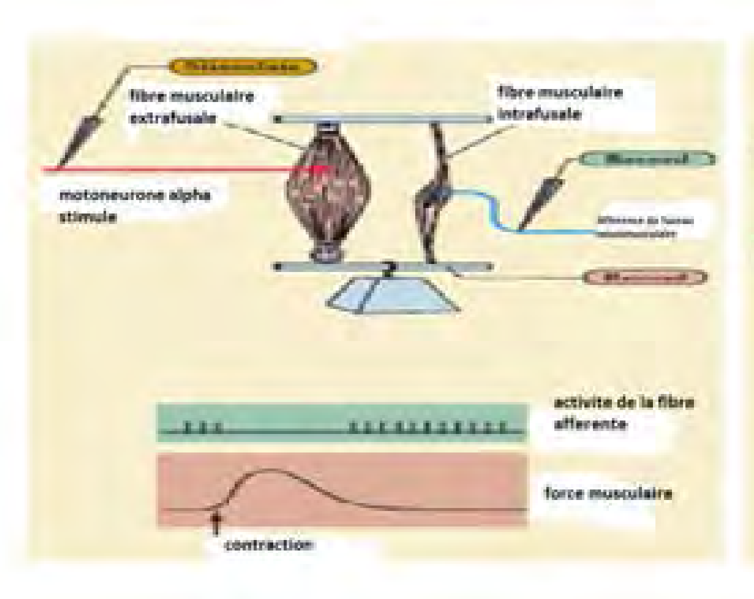
La stimulation γ entraine la contraction des extrémités polaires du fuseau neuromusculaire, ceci provoque un étirement de la région équatoriale (centrale) engendrant une activation de la fibre *Ia* puis une excitation des motoneurones α aboutissant ainsi la contraction musculaire.

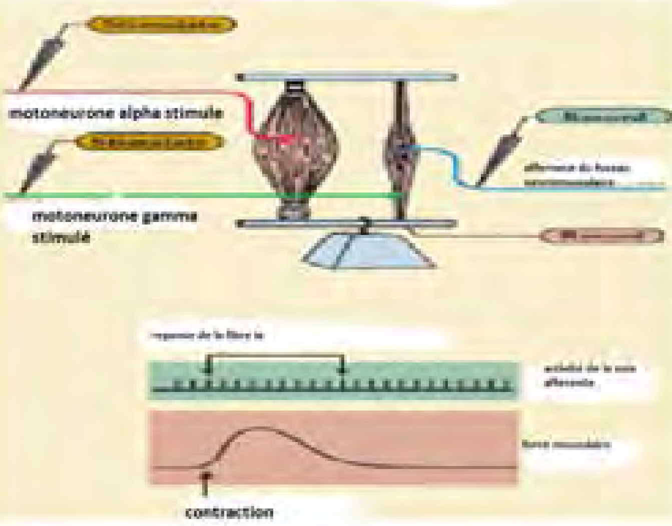
Donc, le système γ renforce les décharges du FNM durant la contraction musculaire ou au repos par la disparition du silence de l'émission fusoriale.

Ces émissions sont entretenues par l'activité des motoneurones γ, ce qui maintient un état de facilitation des motoneurones α. Ces émissions sont abolies par section des racines postérieure fibres Ia.

Activation do motoneurone α

co-activation motoneurone α et γ





Remarque :

Les motoneurones γ se subdivise en deux types :

-<u>les motoneurones γ1</u> : qui se rendent aux fibres à sacs nucléaires, ses fibres sont dites "dynamique".

-<u>les motoneurones γ2</u> : qui se rendent aux fibres à chaines nucléaires, ses fibres sont dites "statique"

La boucle γ est à l'origine du tonus musculaire.

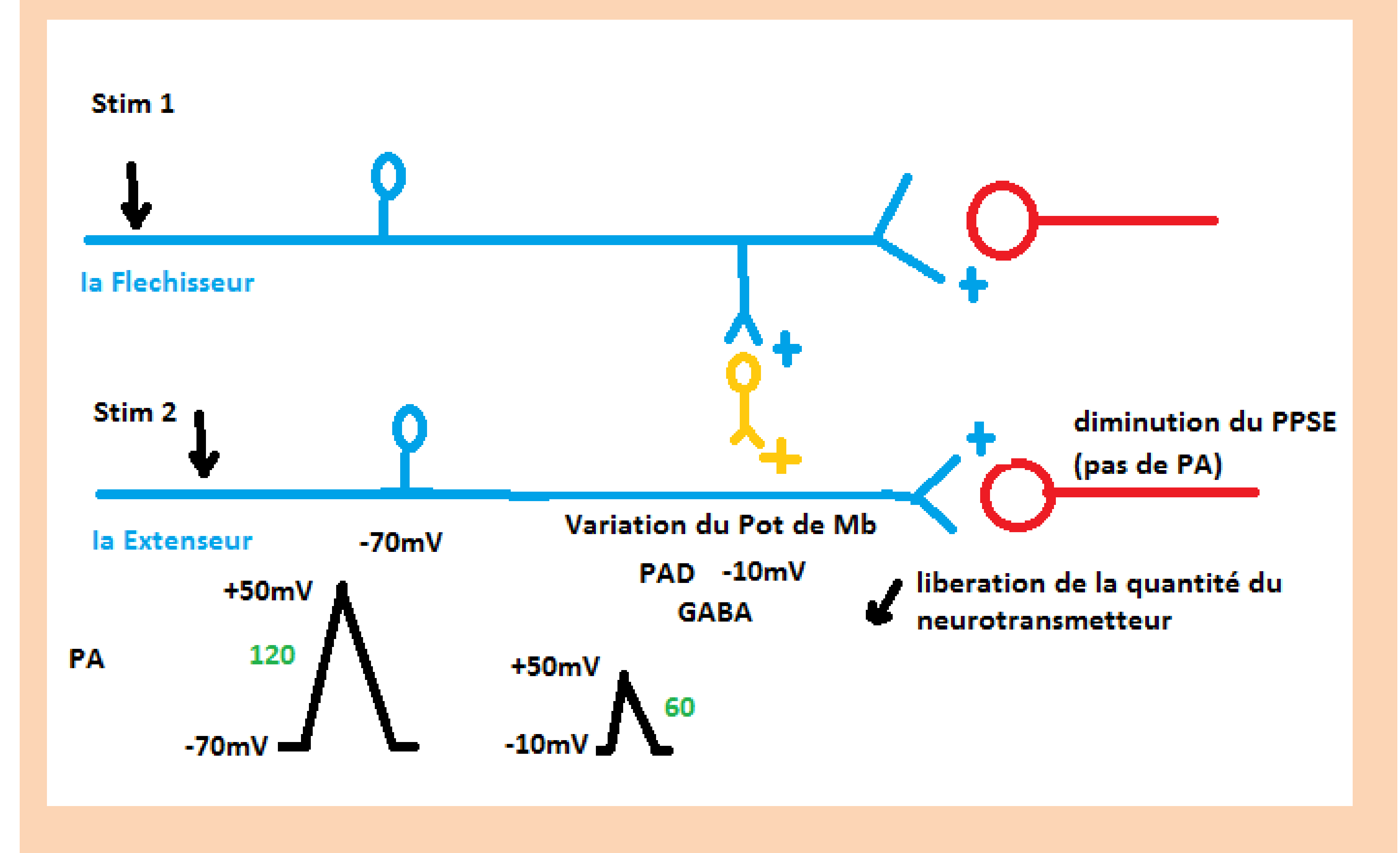
Inhibition présynaptique

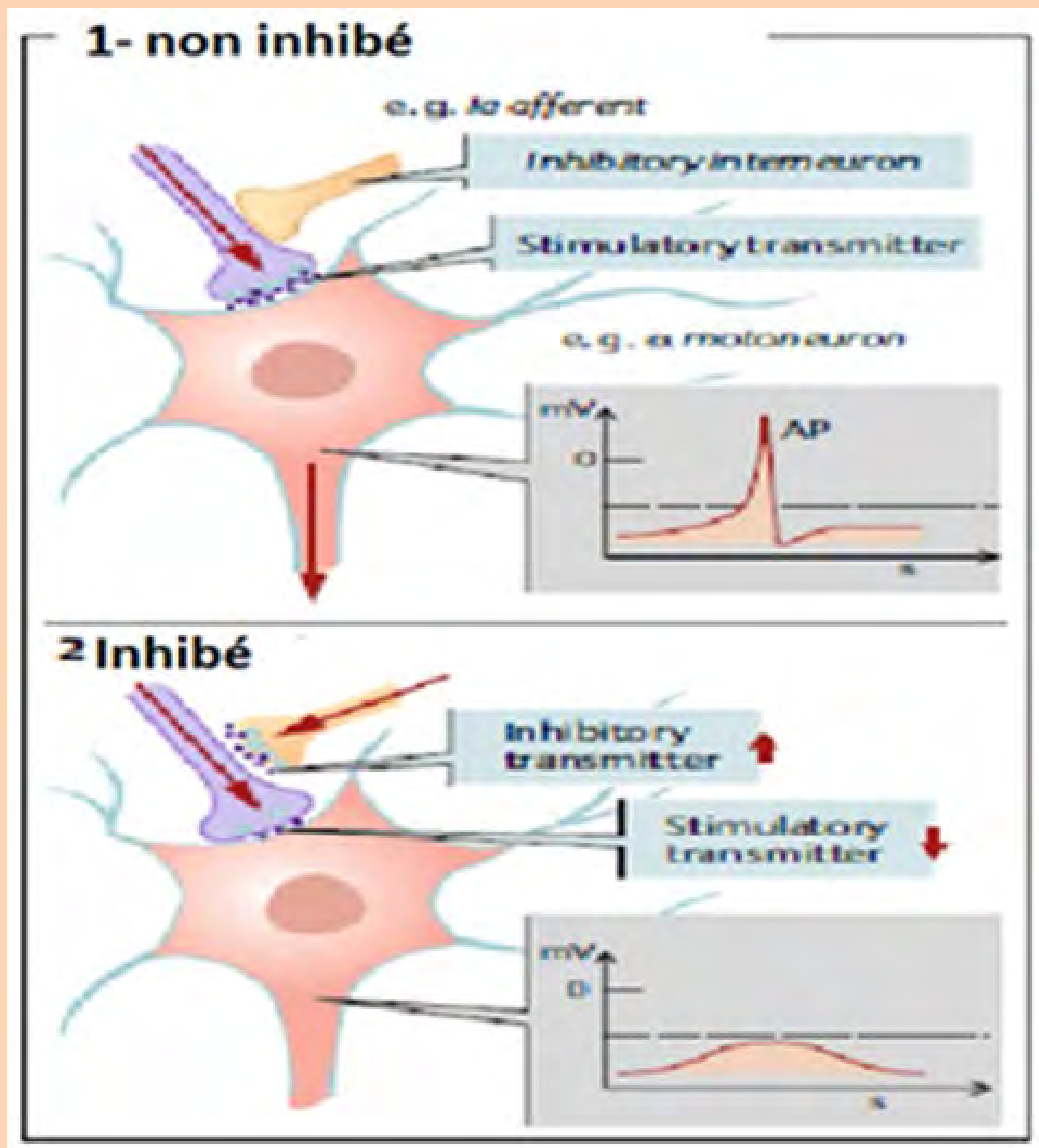
5-L'inhibition pré synaptique :

C'est un mécanisme qui n'agit plus au niveau des motoneurones en les hyperpolarisant, mais agit au niveau de fibres afférentes en filtrant les messages afférents en réduisant l'amplitude du potentiel d'action pré synaptique, libérant ainsi une quantité plus faible du neuro transmetteur.

Ce phénomène met en jeu le neurotrnasmetteur GABA.

Filtre des messages afférents




1- non inhibé
e.g. Ia afferent
Inhibitory interneuron
Stimulatory transmitter
e.g. α motoneuron
mV
AP
0
s
2 Inhibé
Inhibitory transmitter
Stimulatory transmitter
mV
0
s